



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

OBRÁBĚNÍ DĚR PRO ULOŽENÍ LOŽISEK V ODLITCÍCH PŘEVODOVÝCH SKŘÍN

CUTTING OPERATION HOLES IN CHANGE GEAR BOX TO INSTALLATION BEARING
(MATERIAL BASIC: IRON CASTING)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JOSEF BÍLEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN KALIVODA

BRNO 2008

Zadání

Licenční smlouva

ABSTRAKT

V této práci bude rozebrána problematika obrábění děr pro uložení ložisek v odlitcích převodových skříní. Samotná práce je rozdělena na dvě části. První pojednává o obrábění pomocí otočného stolu, druhá o obrábění bez otočného stolu „pomocí pevného stolu“. Také jsou zde zohledněny způsoby měření kvality obrobených ploch.

Klíčová slova

Převodovka, litina s kuličkovým grafitem, frézování, vrtání, hrubovací vyvrtávací tyč, jemná vyvrtávací tyč, souosost, válcovitost

ABSTRACT

This Bachelor work describes an issue of shaping the gaps for bearings' fitting in casts of gear-boxes. The work itself is divided in two parts. In the first part the shaping by means of revolving desk is analised. In the second part the shaping without revolving desk is analised, which means shaping with fixed desk. The methods of quality measuring of shaped surfaces are also evaluated in this work too.

Key words

gear-box, cast iron with ball graphite, milling, drilling, rough boring bar, fine boring bar, coaxial, cylindricity

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BÍLEK, J. *Obrábění děr pro uložení ložisek v odlitcích převodových skříní*
Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008.
25 stran, 13 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Obrábění dř pro uložení ložisek v odlitcích převodových skříní* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

18.5.2008

.....
Josef Bílek

Poděkování

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi, za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

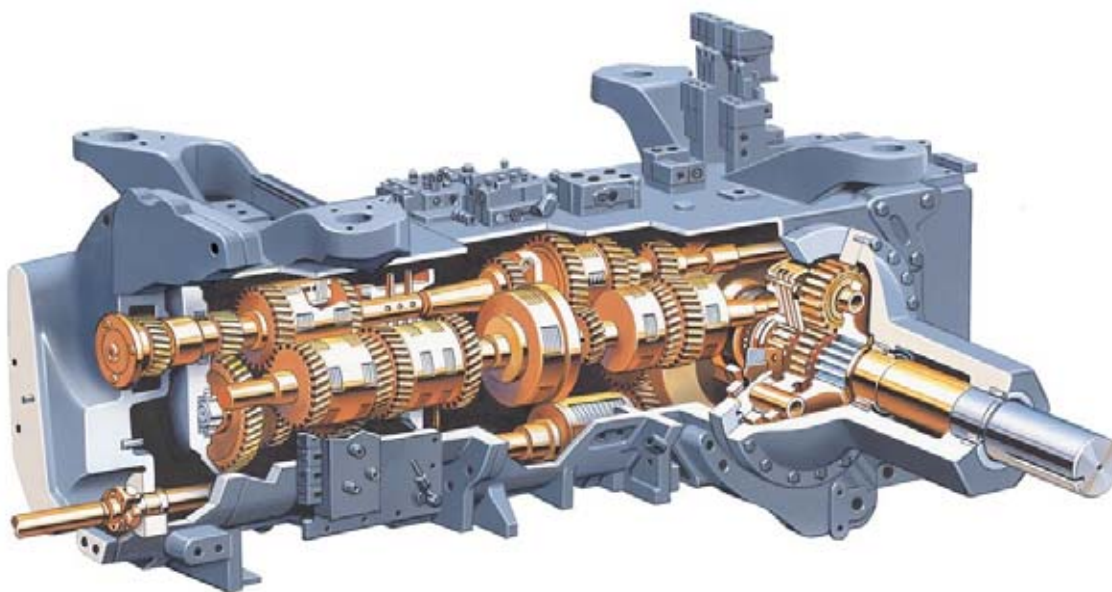
ABSTRAKT.....	4
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	8
1 SKŘÍŇ PŘEVODOVKY.....	9
1.1 Materiál skříně převodovky	9
2 VOLBA OBRÁBĚCÍHO STROJE.....	10
3 NÁVRH ZPŮSOBŮ OBRÁBĚNÍ PŘEVODOVÉ SKŘÍŇE.....	11
3.1 Způsoby obrábění potřebné pro opracování skříně převodovky.....	11
3.2 Vybrané způsoby upínání nástrojů.....	12
4 OBRÁBĚNÍ POMOCÍ OTOČNÉHO STOLU.....	14
4.1 Nástroje	14
4.2 Pracovní postup	16
5 OBRÁBĚNÍ BEZ VYUŽITÍ OTÁČENÍ STOLU.....	17
5.1 Nástroje	17
5.2 Pracovní postup	18
6 KONTROLA A MĚŘENÍ.....	19
6.1 Měření souososti ložiskových děr převodové skříně.....	20
7 ZASTOUPENÍ CNC STROJŮ.....	21
ZÁVĚR	22
SEZNAM POUŽITÝCH STROJŮ.....	23
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	24
SEZNAM PŘÍLOH.....	25

ÚVOD

Samotná podstata obrábění spočívá v kontrolovaném odebírání třísek z obráběného materiálu. Kontrolovaným odebíráním se rozumí rozdrobení třísky a jejím odvedením z důvodu zabránění poškození nástroje a odvedení velkého množství tepla, které vzniká při dnešním výkonném obrábění.

Ať jde o vrtání, vyvrtávání, vyhrubování, vystružování, ..., jde vždy o šroubovitý pohyb obrobku, nebo nástroje. Při tomto procesu, zvláště při vrtání dlouhých děr jsou požadavky na utváření třísky a její odvod z vrtané díry podstatně vyšší, než při jiných obráběcích operacích.

V této práci je zpracována problematika vrtání děr pro uložení ložisek v odlitcích převodových skříních s ohledem na velikost děr, stupně lícování, typy nástrojů, a způsoby a kontroly měření skříně převodovky příloha 1. Pro snazší doložení konstrukčně-technologického rozboru byl zvolen horizontální frézovací a vrtací stroj WH 10 CNC od TOS VARNSDORF a.s. (1)



Obr. 1 Převodovka **Ultra Command** od New Hollandu (10)

2 VOLBA OBRÁBĚCÍHO STROJE

Z důvodu rozměrů a hmotnosti obráběné skříně je pro obrábění navržen horizontální frézovací a vyvrtávací stroj WH 10 CNC.



Obr. 2.1 Horizontální frézovací a vyvrtávací stroj WH 10 CNC (5)

Vodorovná vyvrtávačka WH 10 CNC Obr.2.1 je stroj v klasickém provedení s výsuvným vřetenem, pevným stojanem a křížově přestavitelným otočným stolem. Parametry viz Tab.1. Vodorovná vyvrtávačka je určena pro přesné souřadnicové vrtání, vyvrtávání a frézování středně velkých obrobků z litiny, ocelolitiny a oceli. Stroj je řízen souvislým řídicím systémem Heidenhain TNC 426 a vybaven servopohony Siemens. Řízeny jsou 4 lineární osy (X, Y, Z, W), polohovací stůl (osa B) a vřeteno (C). Stroj je vhodný pro kusovou i sériovou výrobu a umožňuje užití i náročných technologických programů.

K této vyvrtávačce je možné doobjednat další příslušenství jako např. zařízení pro chlazení nástrojů CHZ 10, Frézovací přístroj univerzální UFP 40–WH 10 a jiné dle výrobce. (5)

Tab. 2.1 Technické parametry (5)

TECHNICKÉ PARAMETRY WH 10 CNC		
Ø pracovního vřetena	mm	100
Upínací kužel pracovního vřetena		ISO 50
Výsuv pracovního vřetena (W)	mm	630
Programovatelné otáčky pracovního vřetena	min ⁻¹	10–1 800
Výkon hlavního motoru (při provozu S2)	kW	20,0
Příčné přestavení stolu (X)	mm	1 250
Svislé přestavení vřeteníku (Y)	mm	1 120
Podélné přestavení stolu (Z)	mm	940
Upínací plocha stolu	mm	1 000 x 1 120
Maximální hmotnost obrobku	kg	3 000
Pracovní posuvy (X, Y, Z, W)	mm.min ⁻¹	4–2 500
Rychloposuv (X, Y, Z, W)	mm.min ⁻¹	6 500
Rychloposuv otáčení stolu (B)	min ⁻¹	2
Celkový příkon stroje	kVA	50,0
Půdorysná plocha stroje	mm	7 200 x 3 620
Výška stroje	mm	3 340
Hmotnost stroje	kg	13 400

3 NÁVRH ZPŮSOBŮ OBRÁBĚNÍ PŘEVODOVÉ SKŘÍNĚ

3.1 Způsoby obrábění potřebné pro opracování skříně převodovky

1. Frézování

Jako příprava odlitku skříně převodovky pro výrobu děr pro uložení ložisek je nutné použít technologii frézování pro obrobení upínací základny a přerovnání bočních ploch skříně.

Frézování je metoda, při které dochází k odebírání materiálu z obrobku rotujícím vícebřitým nástrojem.



Obr. 3.1 Frézování bloku motoru (6)

2. Vrtání

Charakteristickou vlastností této metody je, že řezná rychlost se podél hlavního ostří mění od maximální hodnoty na vnější hraně po nulovou v ose. Při vrtání děr $\varnothing 63$ mm a $\varnothing 75$ mm se přímo nabízí novinka od firmy ISCAR vrták *DR-TWIST* (7) Příloha 9



Obr. 3.2 Monolitní karbidové vrtáky ISCAR (7)

3. **Dokončovací operace**

Vyvrátání je metoda obrábění, při níž se rozšiřují předhotovené díry na požadovaný rozměr, nebo tvar. Tato metoda je vhodná jak pro hrubování, tak i pro dokončovací operace. Při hrubování se používá hrubovací vyvrátací tyč Obr. 3.3. Nástroj má dvě protilehlá ramena s upevněnými břitovými destičkami. Toto řešení zaručuje spolehlivé vedení vyvrátací tyče v materiálu. (3)



Obr. 3.3 Hrubovací vyvrátací tyč D'ANDREA (9)

Při dokončovací operace se používá jemná vyvrátací tyč z důvodu zkvalitnění povrchu obráběných děr. Nástroj má jedno rameno s upevněnou břitovou destičkou Obr. 3.4



Obr. 3.4 Jemná vyvrátací tyč ISCAR (7)

3.2 **Vybrané způsoby upínání nástrojů**

ISO: - U tohoto upínání je stopka nástroje upínána na kužel mezi čelem vřetene a čelem stopky nástroje. V některých případech provozovatelé obráběcích strojů umožňujících větší řezné výkony (například vodorovné vyvrátáčky W160, W200, W250 výrobce Škoda Plzeň) požadují aby byla stopka nástroje upnuta zároveň na čelo i na kužel. Pomocí tohoto řešení je dosaženo snížení chvění upnutého nástroje při obrábění. Nevýhodou tohoto způsobu upnutí je omezení použití připravených nástrojů pouze na daný stroj, pro který jsou nástroje přichystány.

HSK: - HSK upnutí se vyznačuje především přesným a pevným uložením nástroje vůči vřetenu

CAPTO: - Průměrná doba obrábění může na 1 stroji činit pouhých 30 % výrobního času součástky. Podniky, které používají ve svých obráběcích centrech konvenční způsoby upínání ztrácejí čas několika způsoby: - při výměně součástek

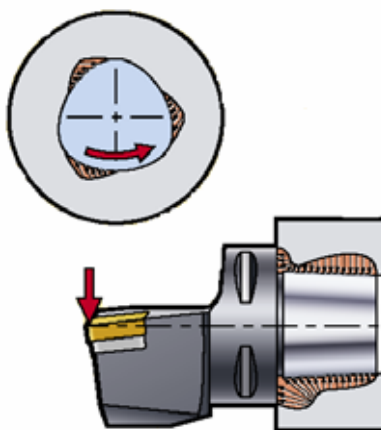
- při nastavení dávek a kalibrování
- při výměně břitových destiček
- při výměně nástrojů
- při servisu

S novým systémem upínání nástrojů Coromat Capto se výměna nástroje zkrátí z průměrných 8 na méně než 1 minutu a celková doba obrábění stoupá až na 45%. Nástrojový systém Capto umožňuje efektivnější a rychlejší výměnu nástroje, přičemž samotná výměna břitových destiček je možná mimo stroj. Tento systém navíc umožňuje přednastavení, protože polohová přesnost je tak vysoká, že není nutné provádět žádné další zkušební řezy. Samotné upnutí a uvolnění lze provést pouhým otočením o méně než 180° Obr. 3.5



Obr. 3.5 Coromat Capto (6)

Vazba ve tvaru polygonu Obr. 3.6 je předem předepjatá v upínací jednotce silou několika tun. Z toho plyne, že toto spojení nástroje vyniká neobyčejnou tuhostí a odolností (6)



Obr. 3.6 Znáznornění upínacích sil Coromat Capto (6)

4 OBRÁBĚNÍ POMOCÍ OTOČNÉHO STOLU

4.1 Nástroje

Pro použité operace jsou nástroje uvedeny v následujících tabulkách.

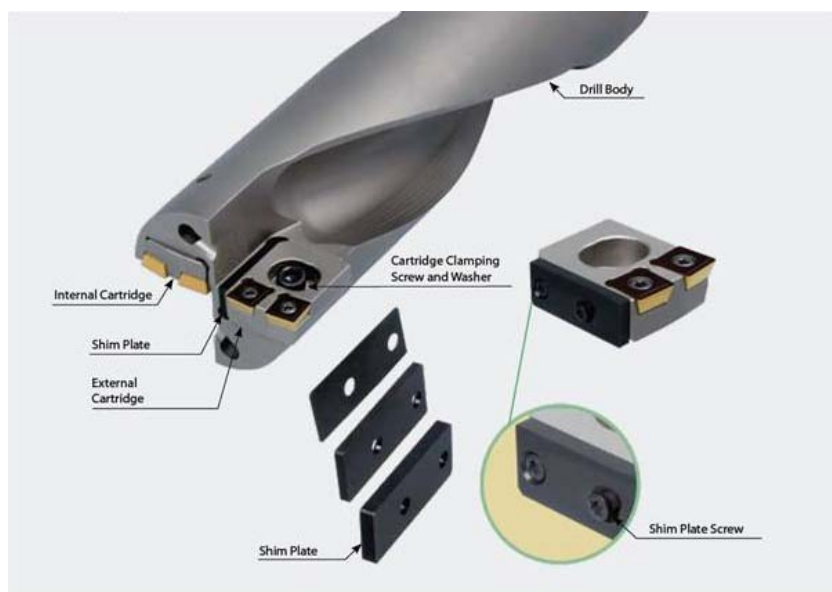
1. Vrtání

Tab. 4.1 Vrtáky použité při vrtání děr v převodové skříni (7)

Operace	Nástroj (Značení)	Příloha
Vrtání	DZ038 - 086 - 32 - 06	7
	DCM 240 - 192 - 25A - 8D	8
	DR063>066 - 165 - 50 - 10CA - N	9
	DR074>080 - 200 - 50 - 12CA - N	9

Novinka od ISCARU: **DR-TWIST**

ISCAR představuje novou řadu vrtáků **DR** používající nové čtvercové destičky se 4 řeznými hranami Obr. 4.1. Nový tvar nechává více místa pro nepřetržitý odchod třísek z otvoru. Otvory chlazení neprochází středem jádra vrtáku proto je nástroj pevnější a odolnější vůči zkrutu. (7)



Obr. 4.1 Vrták DR-TWIST (7)

2. Hrubovací vyvrtávací tyč

K této operaci bude použito nástrojů firmy ISCAR.

Tab. 4.2 Tabulka použitých hrubovacích vyvrtávacích tyčí (7)

Operace	Nástroj (Značení)	Příloha
Vyvrtávání	BHR MB25 – 25x50	10
	BHR MB32 – 32x63	10

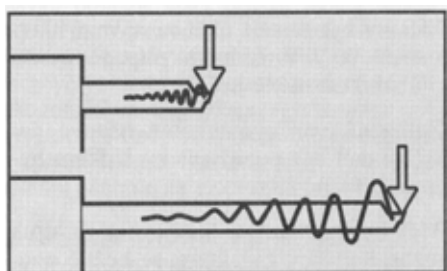
3. Dokončovací jemná vyvrtávací tyč

K této operaci bude použito opět nástrojů firmy ISCAR.

Tab. 4.3 Tabulka použitých dokončovacích vyvrtávacích tyčí (7)

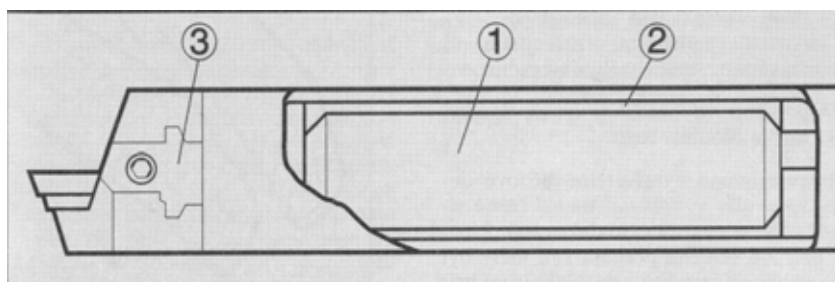
Operace	Nástroj (Značení)	Příloha
Vyvrtávání na hotovo	BHF MB20 – 20x40 RV	11
	BHF MB25 – 25x50	11
	BHF MB50 – 50x60	11

Faktory, jako jsou materiál obrobku, řezné podmínky, geometrie břitu jsou důležité pro směr a velikost působení řezných sil. Velikost vychýlení a amplituda kmitů jsou ve značné míře závislé na vyložení nástroje a na materiálu, ze kterého jsou vyvrtávací tyče zhotoveny. Tento materiál ovlivňuje rovněž schopnost vyvrtávacích tyčí, hlav tlumit vibrace. Z tohoto důvodu byly vyvinuty nástroje pro obrábění děr, jejichž součástí je systém pro tlumení vibrací Obr. 4.2



Obr. 4.2 Vliv délky vyvrtávací tyče na odpružení (1)

Vyvrtávací tyč vybavená tlumičem kmitů je delší než standardní vyvrtávací tyč. V dutém prostoru uvnitř vyvrtávací tyče viz Obr. 4.3 je tlumicí těleso (1) pružně uloženo ve zvláštní kapalině (2). Vibrace, přenášené z břitu přes spojku nástrojové hlavice (3) na tlumicí těleso, jsou tlumeny kapalinou, která tlumicí těleso obklopuje. Protože pohyby tlumicího tělesa nejsou shodné s kmitavým pohybem, který vzniká při obrábění, působí vibrace tlumicího tělesa proti vibracím na břitu jako tlumicí prvek, aniž by došlo k zesilování původních kmitů.



Obr. 4.3 Odpružená vyvrtávací tyč (1)

Pro $\varnothing 25H6$, $\varnothing 30,3$ bude použita jemná vyvrtávací tyč s odpruženým prodloužením Příloha 11 z důvodu zamezení vibrací. Pro $\varnothing 42H7$, $\varnothing 68K7$,

Ø 80H7 bude použita jemná vyvrtávací tyč bez odpruženého prodloužení z důvodu velké délky odpruženého prodloužení. Zde bude použita pouze vyvrtávací tyč přímo upnutá ve vřetenu stroje.

4.2 Pracovní postup

Tab. 4.4

PRACOVNÍ POSTUP OBRÁBĚNÍ POMOCÍ OTOČNÉHO STOLU						
Název součásti:				Č. součásti		Poč. ks
PŘEVODOVKA						
Materiál:		Polotovar:			Hmotnost(kg)	
42 2304					Hrubá:	10,6
					Čistá	9,8
P.č op.	Or.č. op.	Třídící číslo stroje	Pracoviště Typ stroje	Popis práce	Měřidla	
1	1	34822	Hrubovna WH 10CNC	Vrtat Ø 38 mm do hl. 30 mm v ose Ø 42 H7	Posuvné měřítko	
2	2	34822	Hrubovna WH 10CNC	Vrtat Ø 24 mm v délce 136 mm v ose Ø 42 H7	Posuvné měřítko	
3	3	34822	Hrubovna WH 10CNC	Vytvořit osazení Ø 29,5 mm do hloubky 2 mm	Posuvné měřítko	
4	4	34822	Hrubovna WH 10CNC	Zvětšit Ø 38 mm na Ø 41,5 mm do hloubky 13 mm	Posuvné měřítko	
5	5	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit hotově Ø 30,3 mm v délce 2 mm	Posuvné měřítko	
6	6	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit hotově Ø 25K6 v délce 13 mm	Válcový kalibr Ø 25	
7	7	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit hotově Ø 42H7 v délce 13 mm	Válcový kalibr Ø 42	
8	8	34822	Hrubovna WH 10CNC	Vrtat Ø 63 mm v délce 22 mm v ose Ø 68K7	Posuvné měřítko	
9	9	34822	Hrubovna WH 10CNC	Zvětšit Ø 63 mm na Ø 67 mm	Posuvné měřítko	
10	10	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit hotově Ø 68K7 v délce 16 mm.	Válcový kalibr Ø 68	
11	11	34822	Hrubovna WH 10CNC	Otočit stolem o 180°		
12	12	34822	Hrubovna WH 10CNC	Vrtat Ø 75 v délce 22 mm v ose Ø 80H7	Posuvné měřítko	
13	13	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit hotově Ø 80H7 v délce 17 mm	Válcový kalibr Ø 80	
14	14	94750	Hrubovna	Odhrotit		
15	80	06236	Hrubovna	Pračka		
16	16	98630	Hrubovna	Kontrola	RA-2100 AH, přípravek	

5 OBRÁBĚNÍ BEZ VYUŽITÍ OTÁČENÍ STOLU

5.1 Nástroje

Zde budou použity téměř totožné nástroje jako při obrábění pomocí otočného stolu. Zásadní rozdíl v použitých nástrojích je v případě obrábění $\varnothing 80H8$, kde bude použito zpětné vyvrtávací tyče.

1. Vrtání

Tab. 5.1 Vrtáky použité při vrtání děr v převodové skříní (7)

Operace	Nástroj (Značení)	Příloha
Vrtání	DZ038 - 086 - 32 - 06	7
	DCM 240 - 192 - 25A - 8D	8
	DR063>066 - 165 - 50 - 10CA - N	9
	DR074>080 - 200 - 50 - 12CA - N	9

2. Hrubovací vyvrtávací tyč

Při obrábění $\varnothing 80H8$ bude použita hrubovací vyvrtávací tyč BHR MB50 – 50x100 s příslušným prodloužením. Na ni bude připevněn nástavec pro zpětné vyvrtávání.

Tab. 5.2 Tabulka použitých hrubovacích vyvrtávacích tyčí (7)

Operace	Nástroj (Značení)	Příloha
Vyvrtávání	BHR MB25 – 25x50	10
	BHR MB32 – 32x63	10
Zpětné vyvrtávání	BHR MB50 – 50x100	12
	IHSR 69 – 92 BW	12

3. Dokončovací jemná vyvrtávací tyč

Při této metodě obrábění bude použita hrubovací vyvrtávací tyč BHR MB50 – 50x100 s příslušným prodloužením. Na ni bude připevněn nástavec pro zpětné vyvrtávání na hotovo IHRF – 56 – 802 BW.

Tab. 5.3 Tabulka použitých dokončovacích vyvrtávacích tyčí (7)

Operace	Nástroj (Značení)	Příloha
Vyvrtávání na hotovo	BHF MB20 – 20x40 RV	11
	BHF MB25 – 25x50	11
	BHF MB50 – 50x60	11
Zpětné vyvrtávání na hotovo	IHRF 56 – 802 BW	13

5.2 Pracovní postup

Při tomto způsobu obrábění budou stejné operace 1 – 7 jako při obrábění pomocí otočného stolu, neboť zde se může postupovat pouze z 1 strany. Odlišné bude pouze obrábění děr v ose $\varnothing 68K7$.

Tab. 5.4

PRACOVNÍ POSTUP Obrábění bez využití otočného stolu						
Název součásti:				Č. součástí		Počet ks
PŘEVODOVKA						
Materiál:		Polotovary:			Hmotnost(kg)	
42 2304					Hrubá:	10,6
					Čistá:	9,8
P.č. op.	Or.č. op.	Třídící číslo stroje	Pracoviště Typ stroje	Popis práce	Měřidla	
1	1	34822	Hrubovna WH 10CNC	Vrtat $\varnothing 38$ mm do hl. 30 mm v ose $\varnothing 42H7$	Posuvné měřítko	
2	2	34822	Hrubovna WH 10CNC	Vrtat $\varnothing 24$ mm v délce 136 mm v ose $\varnothing 42H7$	Posuvné měřítko	
3	3	34822	Hrubovna WH 10CNC	Vytvořit osazení $\varnothing 29,5$ mm do hloubky 2 mm	Posuvné měřítko	
4	4	34822	Hrubovna WH 10CNC	Zvětšit průměr $\varnothing 38$ mm na $\varnothing 41,5$ mm do hloubky 13 mm	Posuvné měřítko	
5	5	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit hotově $\varnothing 30,3$ mm v délce 2 mm	Posuvné měřítko	
6	6	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit hotově $\varnothing 25K6$ v délce 13 mm	Válcový kalibr $\varnothing 25$	
7	7	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit hotově $\varnothing 42H7$ v délce 13 mm	Válcový kalibr $\varnothing 42$	
8	8	34822	Hrubovna WH 10CNC	Vrtat $\varnothing 63$ mm v délce 140 mm v ose $\varnothing 68K7$	Posuvné měřítko	
9	9	34822	Hrubovna WH 10CNC	Zvětšit $\varnothing 63$ mm na $\varnothing 67$ mm v délce 16 mm	Posuvné měřítko	
10	10	34822	Hrubovna WH 10CNC	Zvětšit $\varnothing 63$ mm na $\varnothing 75$ mm	Posuvné měřítko	
11	11	34822	Hrubovna WH 10CNC	Zvětšit $\varnothing 75$ mm na $\varnothing 79$ mm	Posuvné měřítko	
12	12	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit hotově $\varnothing 80H7$ v délce 17 mm.	Válcový kalibr $\varnothing 80$	
13	13	34822	Hrubovna WH 10CNC	Stružit $\varnothing 68K7$ v délce 16 mm	Válcový kalibr $\varnothing 68$	
14	14	94750	Hrubovna	Odhrotit		
15	80	06236	Hrubovna	Pračka		
16	16	98630	Hrubovna	Kontrola	RA-2100 AH, přípravek	

6 KONTROLA A MĚŘENÍ

Pro kontrolu souososti a válcovitosti vyrobených děr bude použit přístroj pro měření úchylek a tvaru RA-2100 AH od firmy Mitutoyo. (8) Tento přístroj má možnost spolehlivého a rychlého automatického centrování a nivelace obrobku. Tudíž má nejlepší předpoklady pro náročnější měřicí úlohy. Bude použit pro seřízení a ověření nastavení 1. kusu v dávce.



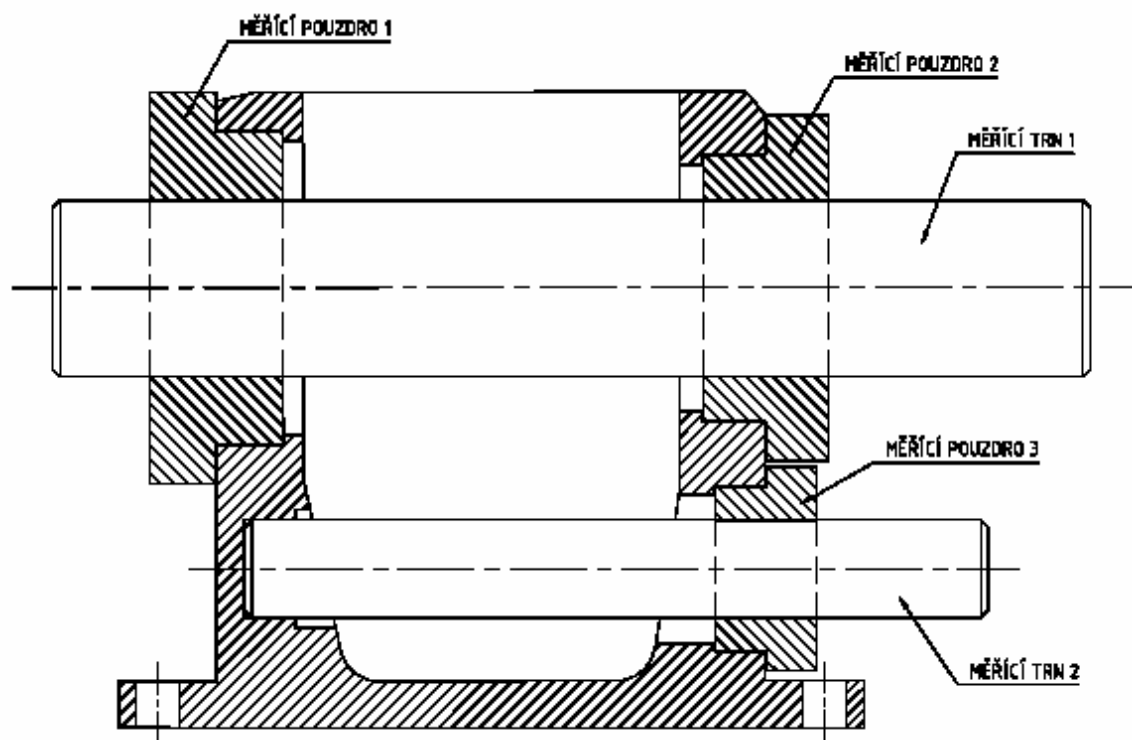
Obr. 6.1 Měřicí přístroj RA-2100 AH od firmy Mitutoyo (8)

Parametry přístroje: (8)

- možnosti analýzy válcovitosti, kruhovitosti, souososti, soustřednosti, kolmosti, atd.
- přesvědčivě rychlé, přesné automatické centrování a nivelace obrobku
- jednoduché rychlé měření s vyhodnocením a tiskem naměřených výsledků
- včetně výkonného měřicího a analyzačního software ROUNDPAK pro Windows
- otočný stůl na vzduchových ložiskách pro velmi přesné polohování
- rychlé, přesné manuální vyrovnání obrobku digitálním vyrovnávacím stolem (DAT)
- absolutní stabilita konstrukcí FEM použitím keramických komponentů
- velký rozsah centrování ± 3 mm
- velký rozsah nivelace $\pm 1^\circ$
- upnutí obrobků do průměru až 580 mm a o hmotnosti až 30 kg
- měřitelný průměr 300 mm
- nastavitelná síla měřicího snímače
- nastavení měř. snímače $\pm 45^\circ$
- rozsah měření $\pm 400 \mu\text{m}$
- maximální hloubka měření 100 mm
- připojení snímače Ra možné jako opce

6.1 Měření souososti ložiskových děr převodové skříně

Při tomto měření bude použito pouzder a trnů vyrobených speciálně pro kontrolu této skříně. Princip použití je zobrazen na Obr 6.2 . Výkresy pouzder a trnů jsou uvedeny v přílohách 2 – 6.



Obr. 6.2 Princip měření převodové skříně

7 ZASTOUPENÍ CNC STROJŮ

Druhá polovina devadesátých let přinesla v oboru obráběcích strojů spoustu novinek, u kterých se počítalo s tím, že se masově prosadí v konstrukci nových strojů a tím zcela změní jejich parametry, přidanou hodnotou i výrobní výkonnost. Z toho plyne, že investice do moderních CNC strojů se při obrábění děr pro uložení ložisek přímo nabízí.

Předností CNC strojů je technická spolehlivost, tuhost, přesnost, snadné ovládání, možnost dosažení vyšších výkonů, efektivity výroby a zvýší se také konkurenceschopnost. jsou naprostou samozřejmostí. (1,2)

ZÁVĚR

V této práci jsou popsány metody obrábění děr pro uložení ložisek v otvorech převodových skříní. Toto je navrženo pro horizontální frézovací a vyvrtávací stroj WH 10 CNC. CNC řízení nám zaručuje minimální vedlejší časy, zkvalitnění a zpřesnění samotného obrábění. Tomu napomůže také použití moderních nástrojů s výměnnými břitovými destičkami.

Samotnou skříň převodovky lze obrábět za pomoci dvou variant. První varianta je obrábění pomocí otočného stolu. Tato varianta umožňuje použití levnějších nástrojů, neboť při vrtání v ose $\varnothing 68K7$ budou použity kratší nástroje. Nevýhodou první varianty je vznik určitých nepřesností způsobených vlivem otáčejícího se stolu. Z tohoto důvodu je výhodnější druhá varianta. U druhé varianty probíhá obrábění bez využití otáčení stolu. Tato varianta je náročnější na použité nástroje (zejména jejich délka). Nedopustíme se zde však chyb při otáčení stolu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

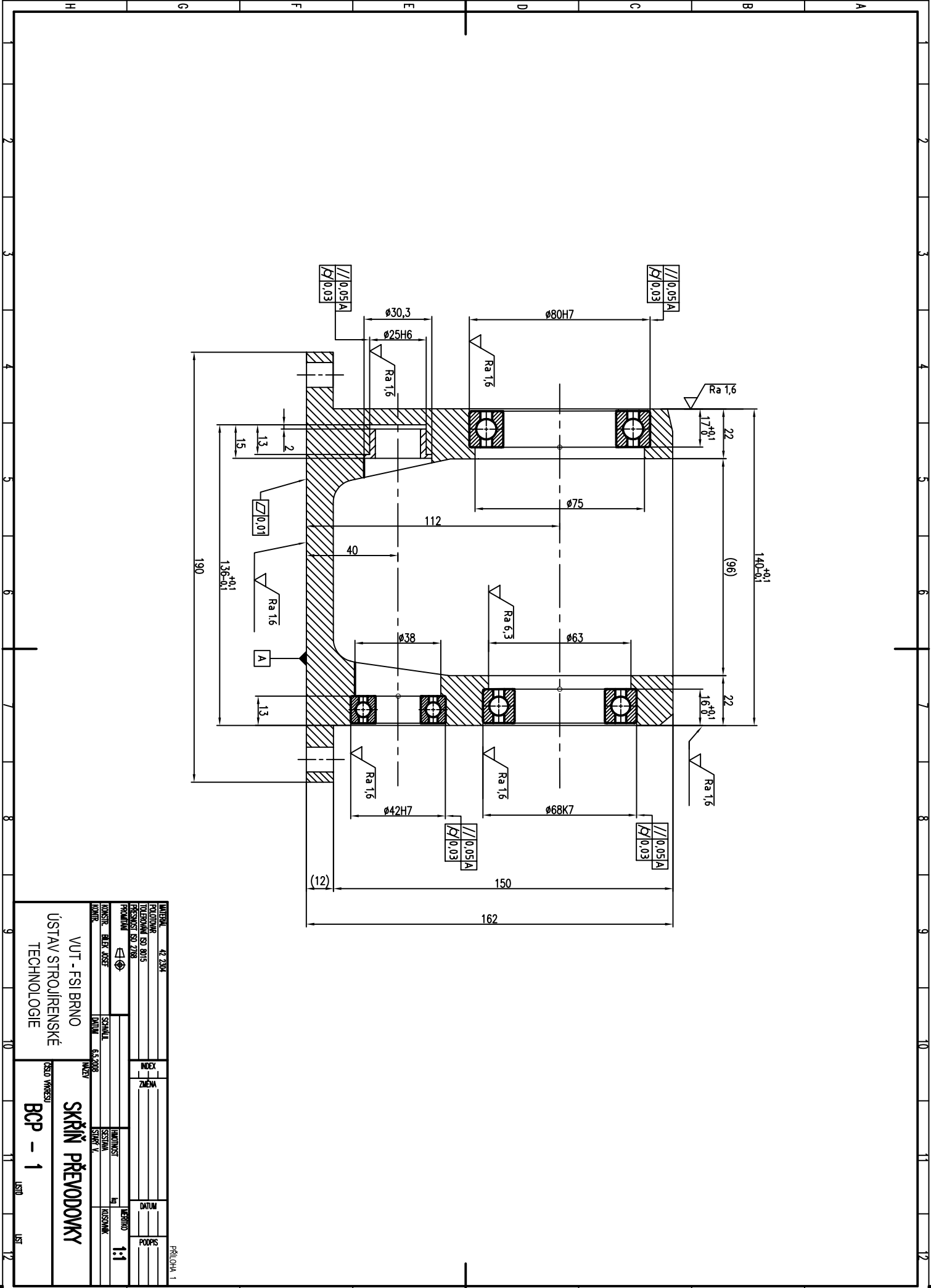
1. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. *Příručka obrábění - Kniha pro praktiky*. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-972299-4-6.
2. ŠTULPA, M. *CNC obráběcí stroje a jejich programování*. 1. vyd. Praha : Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
3. KOCMAN, Karel, PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. Brno : Akademické vydavatelství CERM, s. r. o., 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
4. PTÁČEK, L. a kol., *Nauka o materiálu II*. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1999, 350 s. ISBN 80-7204-248-3 (2. opr. a rozš. vyd.)
5. ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE FSI VUT – Katalog strojů pro technologické předměty [online]. [cit. 2008-02-13]. Dostupné na www: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/vyuka/katalog/kat/swh10cnc_1.html>
6. SANDVIK COROMANT. [online]. [cit.2008-05-11]. Dostupné na www :< <http://www.coromant.sandvik.com/cz> >.
7. ISCAR. [online]. [cit.2008-05-11]. Dostupné na www :< <http://www.iscar.cz> >.
8. <MITUTOYO Česko. [online]. [cit.2008-05-05]. Dostupné na www :< <http://www.mitutoyo-czech.cz/cz/center.asp> >.
9. D'ANDREA. [online]. [cit.2008-04-10]. Dostupné na www: < <http://www.dandrea.com/default.asp> >.
10. P&L. [online]. [cit. 2008-05.18]. Dostupné na www: < http://www.pal.cz/upload.cs/6/62336534_b_2_prev3v.jpg >.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
D	[mm]	průměr obrobku
P	[kW]	příkon motoru obráběcího stroje
R _a	[mm]	průměrná aritmetická úchylka profilu
n	[min ⁻¹]	otáčky obrobku

SEZNAM PŘÍLOH

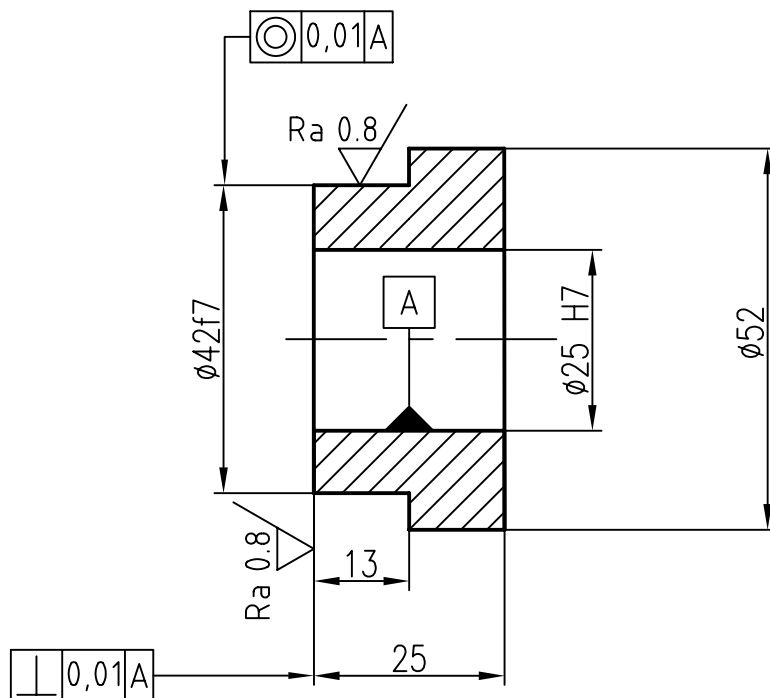
Příloha 1	Skříň převodovky
Příloha 2	Měřicí pouzdro 3
Příloha 3	Měřicí trn 2
Příloha 4	Měřicí pouzdro 1
Příloha 5	Měřicí pouzdro 2
Příloha 6	Měřicí trn 1
Příloha 7	Vrták \varnothing 38 mm + systém upnutí
Příloha 8	Vrták \varnothing 24 mm + systém upnutí
Příloha 9	Vrták DR - TWIST
Příloha 10	Hrubovací vyvrtávací tyče + systém upínání
Příloha 11	Dokončovací vyvrtávací tyč + systém upínání
Příloha 12	Zpětná hrubovací vyvrtávací tyč + systém upínání
Příloha 13	Dokončovací zpětná vyvrtávací tyč



VUT - FSI BRNO
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ
TECHNOLIE
SKRIN PŘEVODOVKY
ČÍSLO VÝKRESU
BCP - 1
LSTO LST

VUT - FSI BRNO
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ
TECHNOLOGIE

SKŘIŇ PŘEVODOVKY
BCP - 1



CEMENTOVAT DO HLOUBKY 0,8 mm
KALIT NA 55 + 3 HRc

PŘÍLOHA 2

MATERIÁL	14 220	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
POLOTOVAR					
TOLEROVÁNÍ ISO 8015					
PŘESNOST ISO 2768					
PROMÍTÁNÍ					
KONSTR. BÍLEK JOSEF	SCHVÁLIL			HMOTNOST	kg
KONTR.	DATUM	6.5.2008		SESTAVA	KUSOVNÍK
				STARÝ V.	

VUT - FSI BRNO
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ
TECHNOLOGIE

NÁZEV

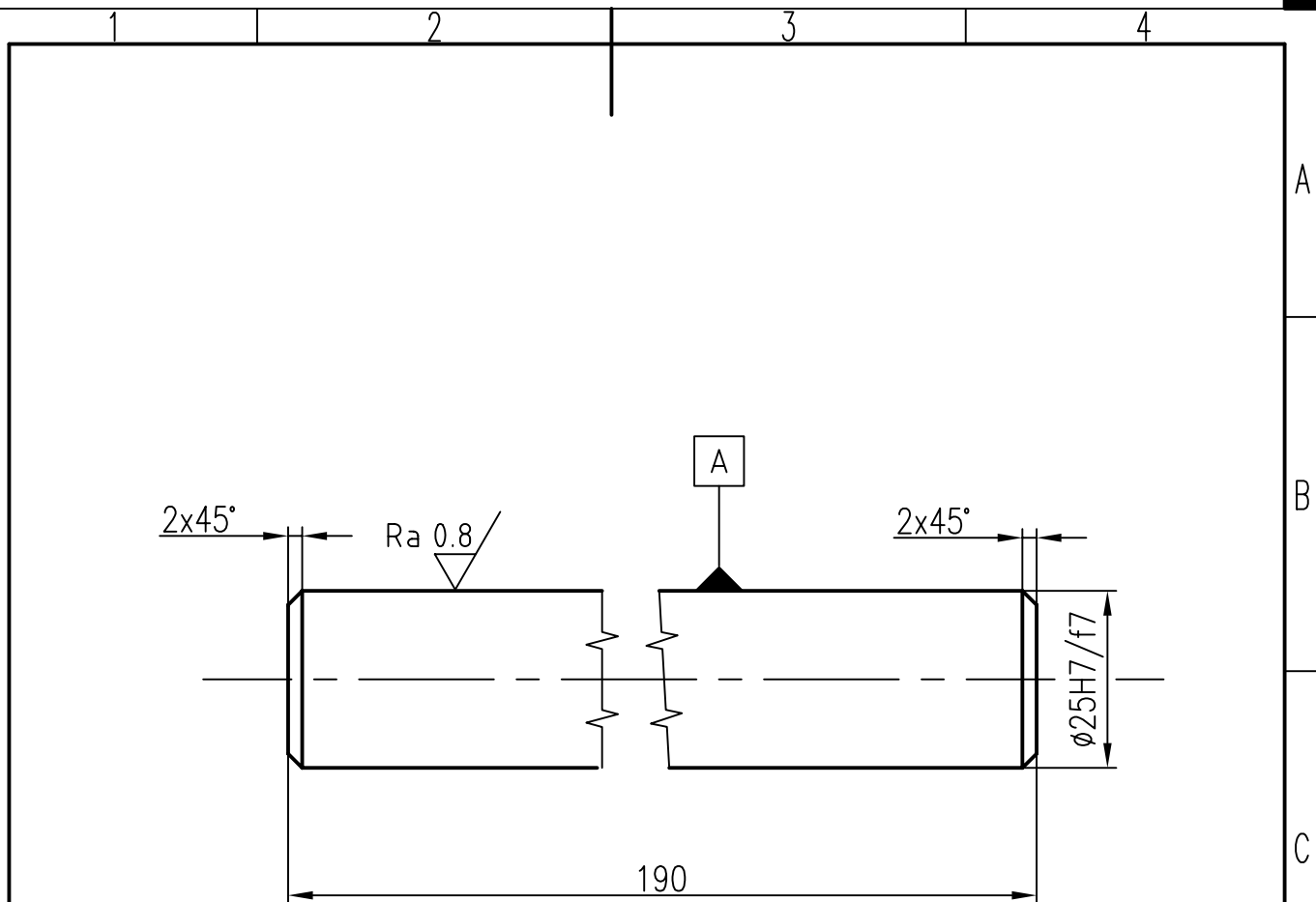
MĚŘÍCÍ POUZDRO 3

ČÍSLO VÝKRESU

BCP - 2

LISTŮ

LIST



CEMENTOVAT DO HLOUBKY 0,8 mm
KALIT NA 55 + 3 HRc

PŘÍLOHA 3

MATERIÁL	14 220	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
POLOTOVAR					
TOLEROVÁNÍ ISO 8015					
PŘESNOST ISO 2768					
PROMÍTÁNÍ				MĚŘÍTKO	1:1
KONSTR. BÍLEK JOSEF	SCHVÁLIL		HMOTNOST	kg	KUSOVNÍK
KONTR.	DATUM	6.5.2008	SESTAVA		
			STARÝ V.		

VUT - FSI BRNO
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ
TECHNOLOGIE

NÁZEV

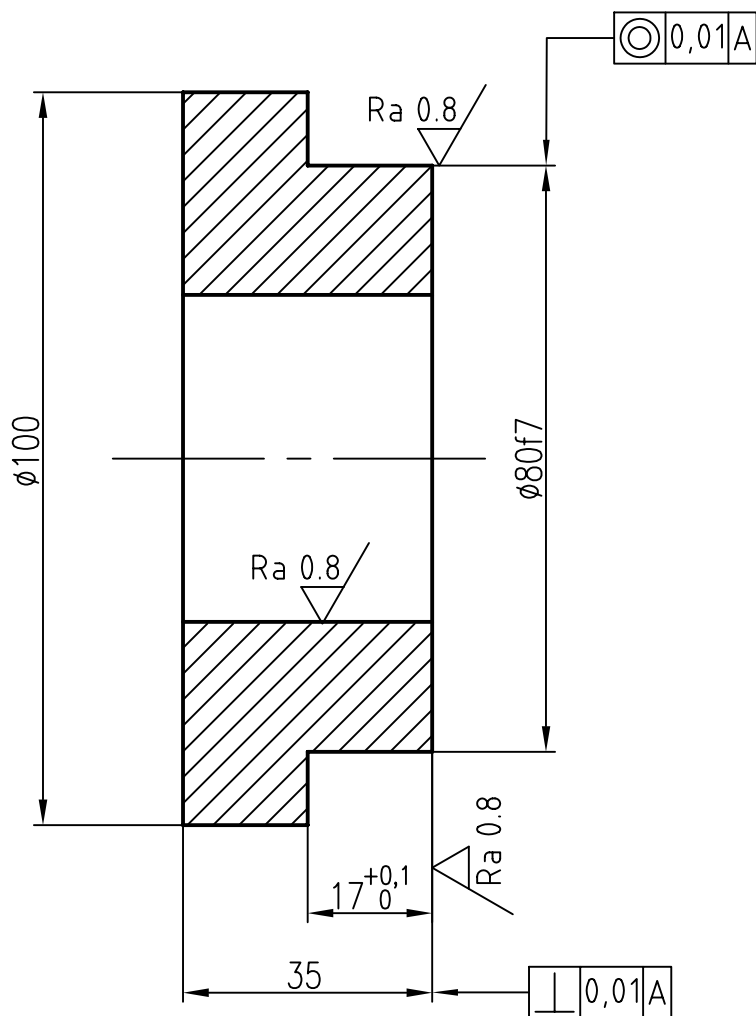
MĚŘÍCÍ TRN 2

ČÍSLO VÝKRESU

BCP - 3

LISTŮ

LIST



CEMENTOVAT DO HLOUBKY 0,8 mm
KALIT NA 55 + 3 HRc

PŘÍLOHA 4

MATERIÁL	14 220	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
POLOTOVAR					
TOLEROVÁNÍ ISO 8015					
PŘESNOST ISO 2768					
PROMÍTÁNÍ				MĚŘÍTKO	1:1
KONSTR. BÍLEK JOSEF	SCHVÁLIL		HMOTNOST	kg	
KONTR.	DATUM 6.5.2008		SESTAVA	KUSOVNÍK	
			STARÝ V.		

VUT - FSI BRNO
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ
TECHNOLOGIE

NÁZEV

MĚŘÍCÍ POUZDRO 1

ČÍSLO VÝKRESU

BCP - 4

LISTŮ

LIST

⊙ 0,01 A

Ra 0.8

$\begin{matrix} -0,025 \\ \phi 68-0,03 \end{matrix}$

ø90

Ra 0.8

Ra 0.8


$\begin{matrix} +0,1 \\ 16-0 \end{matrix}$

32

⊥ 0,01 A

CEMENTOVAT DO HLOUBKY 0,8 mm
KALIT NA 55 + 3 HRc

PŘÍLOHA 5

MATERIÁL	14 220	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
POLOTOVAR					
TOLEROVÁNÍ ISO 8015					
PŘESNOST ISO 2768					
PROMÍTÁNÍ				MĚŘÍTKO	1:1
KONSTR. BÍLEK JOSEF	SCHVÁLIL		HMOTNOST	kg	
KONTR.	DATUM 6.5.2008		SESTAVA	KUSOVNÍK	
			STARÝ V.		

VUT - FSI BRNO
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ
TECHNOLOGIE

NÁZEV

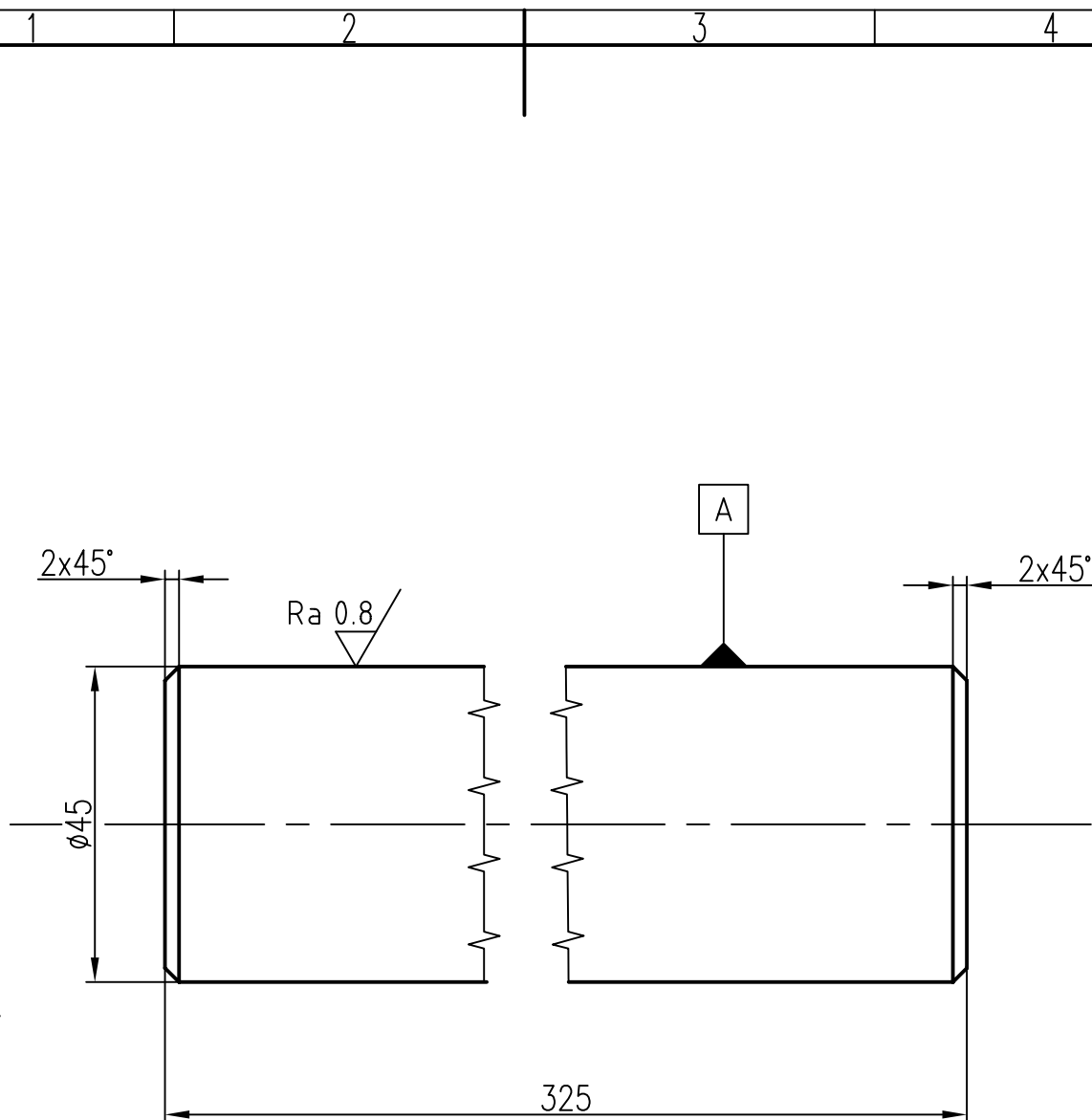
MĚŘÍCÍ POUZDRO 2

ČÍSLO VÝKRESU

BCP - 5

LISTŮ

LIST

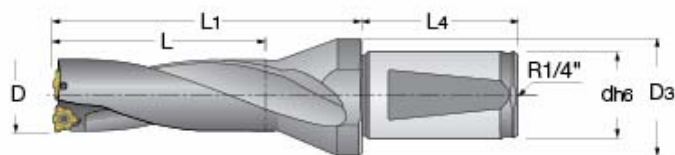


CEMENTOVAT DO HLOUBKY 0,8 mm
KALIT NA 55 + 3 HRc

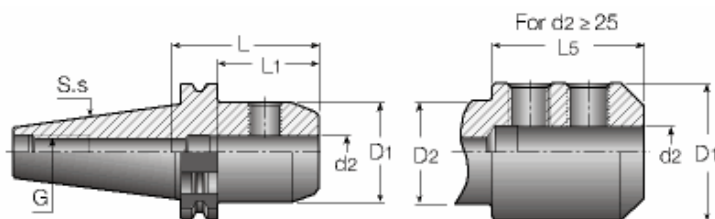
PŘÍLOHA 6

MATERIÁL 14 220		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
POLOTOVAR					
TOLEROVÁNÍ ISO 8015					
PŘESNOST ISO 2768					
PROMÍTÁNÍ			HMOTNOST kg		MĚŘÍTKO 1:1
KONSTR. BÍLEK JOSEF	SCHVÁLIL	SESTAVA		KUSOVNÍK	
KONTR.	DATUM 6.5.2008	STARÝ V.			
VUT - FSI BRNO ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE		NÁZEV MĚŘICÍ TRN 1			
		ČÍSLO VÝKRESU BCP - 6			
		LISTŮ		LIST	

Příloha 7



Designation	D	L	L1	d	D3	L4
DZ038-086-32-06 !	38.00	86.0	129.0	32.00	50.00	58.0



Designation										Style	Kg
	S.s	d2	D1	D2	L	L1	L5	G	Cool	1	
DIN69871 50 EM32X100	50	32.00	72.0	-	100.00	80.9	-	M24	-	W	4.70

Workpiece Material Groups :

(17) Grey cast iron (GG).

Hardness HB

180

Sub Application :

Drilling



DZ indexable serrated insert drills. Drilling depth 2.25xD.

Family Tool Type :

DZ-2.25XD (Dis23-55)

L/D: 2.25

D Range: 23.00 - 55.00

Tool Holder:

DZ038-086-32-06

L: 86.0 D Range: 38.00-

More Information

Chipformer selection:

WOLH-GF

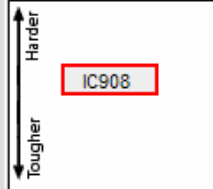
Insert Image

Insert:

Insert
WOLH 06T304-GF

More Information

Grade:



Recommendation Results:

Bore Diameter (D) 38 {mm}
Feed rate (f) 0.2 {mm/rev}
Cutting speed (Vc) 140 {m/min}
Spindle speed (n) 1169 {rpm}
Tool life (T) 16 {min}
Time per hole (t) 22.1 {sec}

D max {mm}
Hole Depth (L) 86.0 {mm}
Metal removal rate (Q) 265 {cm³/min}
Net power (Pc) 5.8 {Kw}
Torque (Mc) 37.7 {Nm}
Feed Force (Ff) 2502 {N}

Coolant thru :

☐ YES ☒ NO

Machine Rigidity :

☒ Good ☐ Average ☐ Poor

Holder Rigidity :

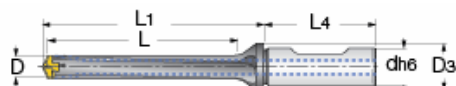
☒ Good ☐ Average ☐ Poor

No. of Holes 44

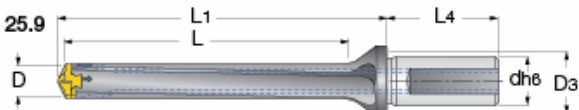
Vrták ISCAR ø 38 mm

Příloha 8

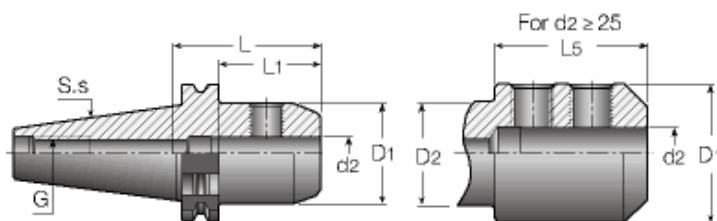
Range 10 to 20.9



Range 21 to 25.9



Designation	D min	D max	L	d	D3	L1	L4	Po. Size
DCM 240-192-25A-8D !	24.00	24.90	192.0	25.00	32.00	224.5	56.0	24.0



Designation	S.s	d2	D1	D2	L	L1	L5	G	Cool	Style 1	Kg
DIN69871 50 EM25X 80	50	25.00	65.0	-	80.00	60.9	-	M24	-	W	3.90

Workpiece Material Groups :

(17) Grey cast iron (GG).

Hardness HB

160

Sub Application :

Drilling



CHAMDRILL indexable head drills. Drilling depth 8xD.

Family Tool Type :

DCM-8D (Dia 10-25.9)

L/D: 8.00

D Range: 10.00 - 25.90

Tool Holder:

DCM 240-192-25A-8D

L : 192.0 D Range: 24.00-24.90
More Information

Chipformer selection:

IDI-SK

Insert Image

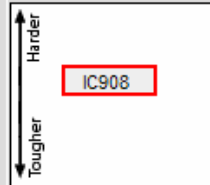


Insert:

Insert
IDI 240-SK
IDI 241-SK
IDI 242-SK
IDI 243-SK
IDI 244-SK

More Information

Grade:



Recommendation Results:

Bore Diameter (D) 24 {mm}
Feed rate (f) 0.09 {mm/rev}
Cutting speed (Vc) 128 {m/min}
Spindle speed (n) 1699 {rpm}
Tool life (T) 16 {min}
Time per hole (t) 75.3 {sec}

D max 24.90 {mm}
Hole Depth (L) 192.0 {mm}
Metal removal rate (Q) 69 {cm³/min}
Net power (Pc) 1.5 {Kw}
Torque (Mc) 6.8 {Nm}
Feed Force (Ff) 711 {N}

Coolant thru :

☐ YES ☒ NO

Machine Rigidity :

☒ Good ☐ Average ☐ Poor

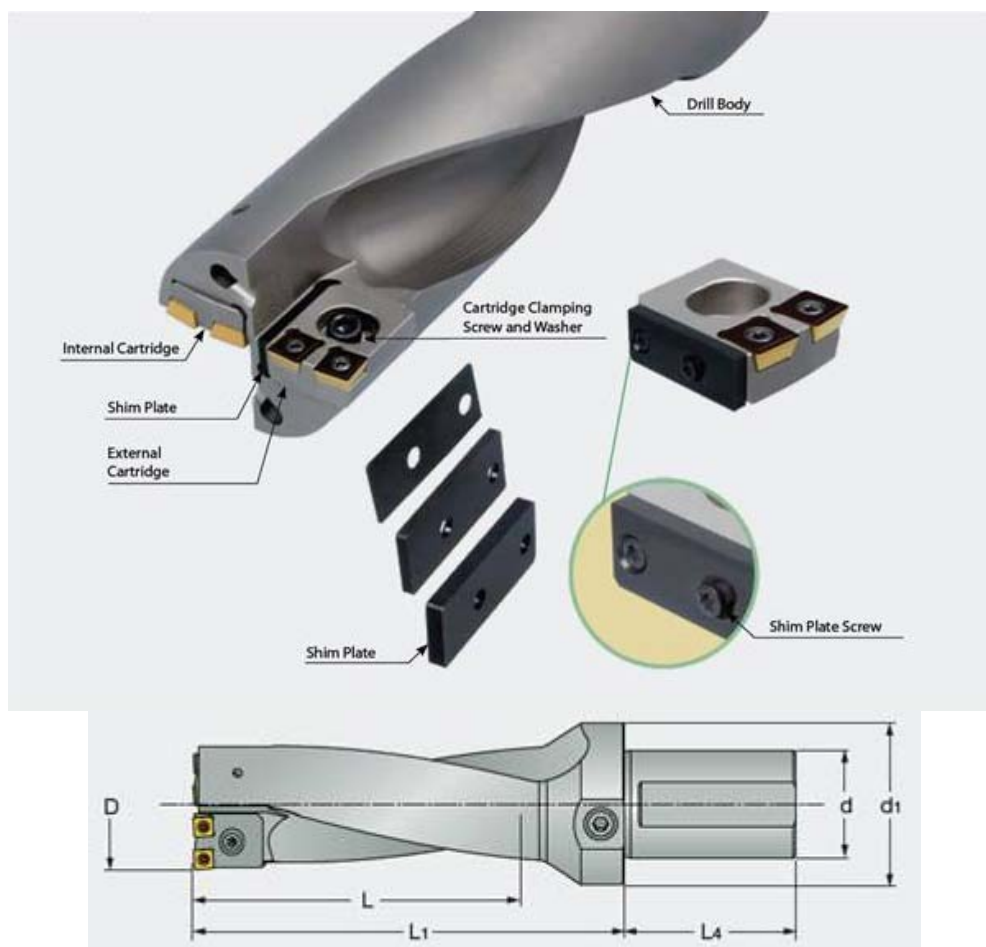
Holder Rigidity :

☒ Good ☐ Average ☐ Poor

No. of Holes 13

Vrták ISCAR ø 24 mm

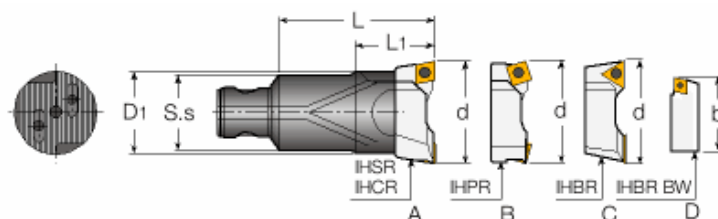
Příloha 9



Designation	Dimensions						Max. Dia. on Lathe ⁽¹⁾	Shim Plate	Cartridges	Inserts	Insert Clamping Screw	Key Blade & Handle
	D	L	d	d ₁	L ₁	L ₄						
DR063>066-165-50-10CA-N	63	165	50	75	215	80	67		Internal: CA-SOMT10-IN-N-63>66 External: CA-SOMT10-EX-N-63>66	SOMT 100408	SR14-571	BLD T10/S7 SW6-T
	64	165	50	75	215	80		ISP-10-D064				
	65	165	50	75	215	80		ISP-10-D065				
	66	165	50	75	215	80		ISP-10-D066				
DR074>080-200-50-12CA-N	74	200	50	75	250	80	81.6		Internal: CA-SOMT12-IN-N-74>80 External: CA-SOMT12-EX-N-74>80	SOMT 120408	SR14-544/S	BLD T15/S7 SW6-T
	75	200	50	75	250	80		ISP-12-D075				
	76	200	50	75	250	80		ISP-12-D076				
	77	200	50	75	250	80		ISP-12-D077				
	78	200	50	75	250	80		ISP-12-D078				
	79	200	50	75	250	80		ISP-12-D079				
	80	200	50	75	250	80		ISP-12-D080				

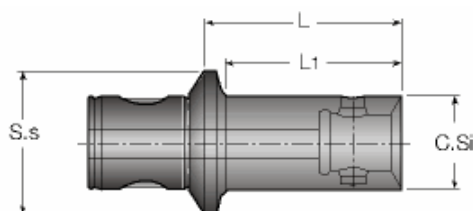
Novinka od ISCARU – vrták DR-TWIST

Příloha 10



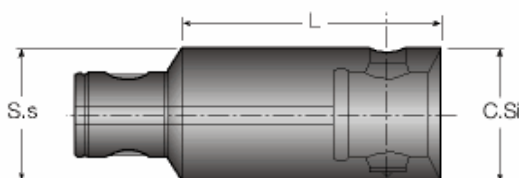
Designation	d		D1	L	L1	Kg
	S.s	min max				
BHR MB25-25X50 !	25	28.0 38.0	25.0	50.00	-	0.18
BHR MB32-32X63 !	32	36.0 50.0	32.0	63.00	-	0.36
BHR MB40-40X80 !	40	50.0 68.0	40.0	80.00	-	0.72
BHR MB50-50X100 !	50	68.0 90.0	55.0	100.00	50.0	1.50

Hrubovací vyvrtávací tyč ISCAR



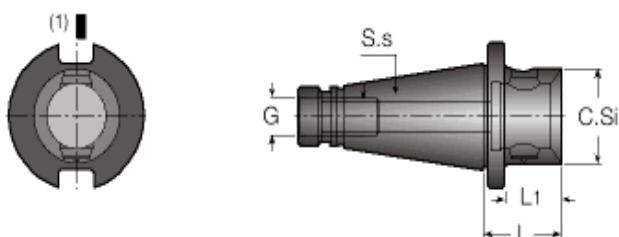
Designation	S.s	C.Si	L1	L	Kg
RE MB50-MB25X117	50	25	110.0	117.00	0.76
RE MB50-MB32X32	50	32	25.0	32.00	0.45
RE MB50-MB40X36	50	40	30.0	36.00	0.52

Prodloužení hrubovací vyvrtávací tyče ISCAR



Designation	S.s	C.Si	L	Kg
EX 50X 50-MB50	50	50	50.00	0.75

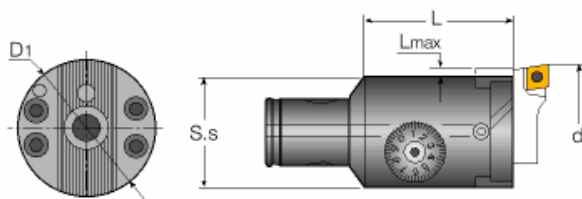
Redukce mezi vyvrtávací tyč BHR MB 50 – 50X100 a ISOM 50 – MB50



Designation	S.s	C.Si	L1	L	G	Kg
ISOM 50-MB50	50	50	33.0	48.00	M24	2.80

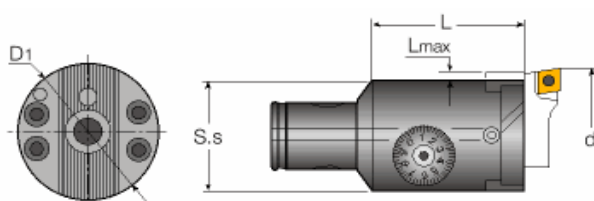
Upínací kužel ISCAR

Příloha 11



Designation	S.s	d min	d max	D1	L	L max	Kg
BHF MB20-20X40 RV	20	22.0	29.0	20.0	32.50	2.0	0.16
BHF MB25-25X50 !	25	28.0	38.0	25.0	40.00	2.0	0.23

Dokončovací vyvrtávací tyč ISCAR

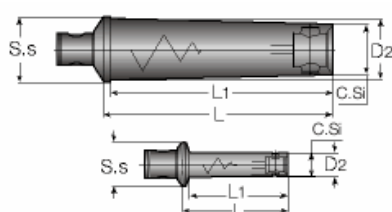


Designation	S.s	d min	d max	D1	L	L max	Kg
BHF MB50-50X60 !	50	2.5	84.0	50.0	60.00	4.0	1.15



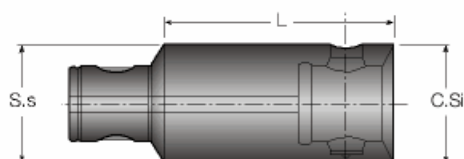
KIT BHF-MB

Sada dokončovací vyvrtávací tyče ISCAR ø 2,5mm – ø 84 mm



Designation	S.s	C.Si	D2	L1	L	Kg
RE MB50-MB20X93-AVI	50	20	21.50	85.0	93.00	0.65
RE MB50-MB25X117-AVI	50	25	27.00	110.0	117.00	0.94

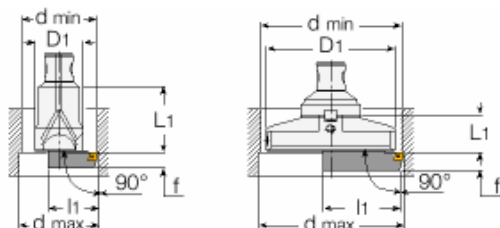
Odpružené prodloužení dokončovací vyvrtávací tyče ISCAR



Designation	S.s	C.Si	L	Kg
EX 50X 50-MB50	50	50	50.00	0.75

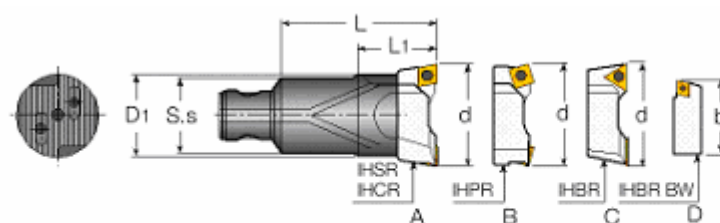
Prodloužení mezi upínací trn a odpružené prodloužení vyvrtávací tyče

Příloha 12



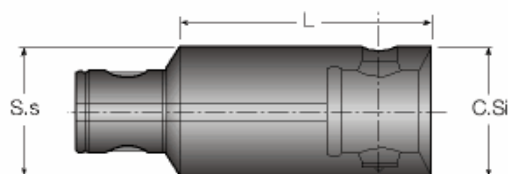
Designation	S.s	d min	d max	D1	L1	f	l1
IHSR 69- 92 BW	BHR MB50-50	69.0	92.0	55.0	80.5	21.0	57.00

Nástavec na vyvrtávací tyč pro zpětné vyvrtávání



Designation	S.s	d min	d max	D1	L	L1	Kg
BHR MB50-50X100 !	50	68.0	90.0	55.0	100.00	50.0	1.50

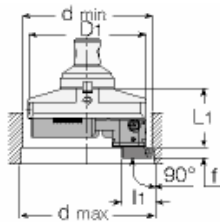
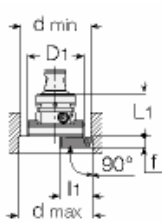
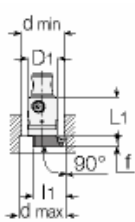
Hrubovací vyvrtávací tyč ISCAR



Designation	S.s	C.Si	L	Kg
EX 50X 80-MB50	50	50	80.00	1.21

Prodloužení zpětné hrubovací vyvrtávací tyče ISCAR

Příloha 13



Designation	S.s	d min	d max	D1	L1	f	l1
IHRF 56-802 BW	50	56.0	802.0	50.0	62.0	17.5	53.00

Dokončovací zpětná vyvrtávací tyč ISCAR